

упаковки представлена на рис.2, показано, что до значения плотности упаковки $g=0,17\text{г/см}^3$ величина просветности больше у материала АНМ, чем у КНМ; при значениях $g>0,17\text{г/см}^3$ просветность выше у материала КНМ. С увеличением плотности упаковки просветность материалов уменьшается. Зависимости $\Pi=f(g)$ носят линейный характер.

Из полученных опытных данных можно рассчитать истинную плотность твердой фазы материала, которая равна:

$$g_{\text{ист}} = \frac{P_M}{V_{\text{ск}}}$$

Подсчеты показывают, что у материала КНМ $g_{\text{ист}}=1,248\text{г/см}^3$, у АНМ $g_{\text{ист}}=2,120\text{г/см}^3$. Близость полученных значений $g_{\text{ист}}$ к плотности графита, которая составляет $1,9-2,0\text{г/см}^3$ [2], подтверждает углеродную структуру материала. Большее значение $g_{\text{ист}}$ у материала АНМ объясняется технологией изготовления материалов. Материал АНМ получают из материала КНМ путем активации последнего, в процессе которой сначала открываются замкнутые поры, затем выгорает аморфный углерод, и при больших степенях окисления могут выгорать и внутрикристаллические слои. С увеличением обгара все параметры микроструктуры возрастают, истинная плотность стремится к плотности графита.

Таким образом, в результате проведенного эксперимента получены зависимости просветности материалов КНМ и АНМ от плотности их упаковки. Установлено, что характер данных зависимостей близок к линейному. Значения просветности материалов в рассматриваемом интервале плотности их упаковки близки. Скорость уменьшения просветности с увеличением плотности упаковки выше у материала АНМ, чем у КНМ.

Библиографический список

1. Скрипченко Г.Б. Структура углеродных волокон. // Хим. волокна.-1991-№3-С.26-29.
2. Тарнопольская М.Г., Карпунин Н.Я. Очистка сточных вод адсорбцией (Учебное пособие). Под общей редакцией Двойнова А.Н.-М.:Химия,1983.-112с

НЕУСТАНОВИВШИЕСЯ ДВУХФАЗНЫЕ ТЕЧЕНИЯ В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ТРУБАХ

доц. В.А.ДОРОШЕНКО

Уральский государственный технический университет.

Необходимость исследования неустановившихся двухфазных течений, особенно газожидкостных, вызвана широким распространением их в различных промышленных установках. Гидравлические потери в трубопроводах зависят от структуры двухфазного потока [1] и с этой точки зрения наиболее существенным является переход пробочной структуры в расслоенную [2].

На экспериментальном стенде [3] при заданном давлении на входе P_0 в прозрачном рабочем участке трубопровода создавалась и поддерживалась пробочная структура течения. Затем расход воздуха Q увеличивался до наступления расслоенной структуры. В коротких каналах (до 50 диаметров) этот переход происходил скачкообразно и определялся визуально. После этого Q уменьшался до восстановления пробочной структуры. Опыты проводились при различном сопротивлении трубопровода, которое изменялось путем установки на выходе из канала специального дроссельного устройства.

Результаты опытов, представленные на рис. 1, свидетельствуют о том, что на изменение режима течения, в основном, влияют P_0 и коэффициент сопротивления дросселя $\zeta_{\text{др}}$. Точки прямого и обратного переходов не совпадают и существует некоторая «гистерезисная область», размеры которой также зависят от P_0 и $\zeta_{\text{др}}$.

Введем следующие характеристики «гистерезисной области»:

а) абсолютную высоту

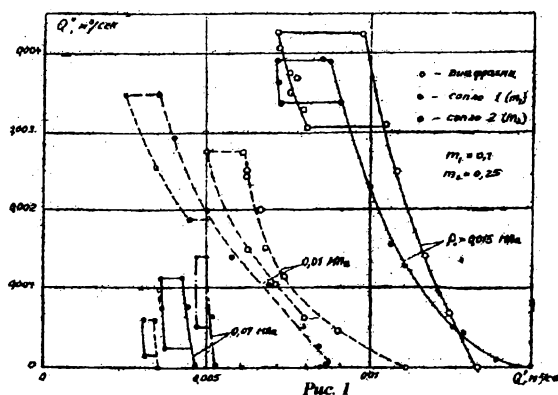


Рис. 1

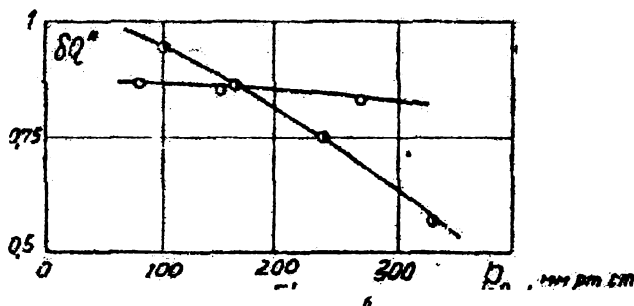
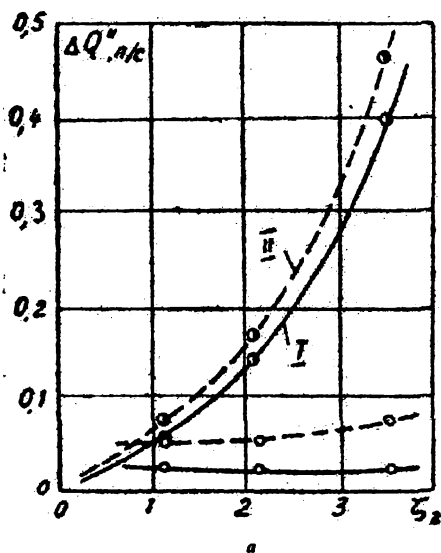


Рис. 2

$$\Delta Q'' = Q'' - Q''_{\text{min}}$$

$$\delta Q'' = \Delta Q'' / Q''$$

Здесь соответственно максимальное и минимальное значения расхода воздуха, при котором меняется структура потока.

Гидравлическое сопротивление дросселя, дополнительно изменявшееся с помощью закручивающих винтовых вставок с коэффициентами сопротивления от 1.1 до 3.54, по-разному влияет на $\Delta Q''$ и $\delta Q''$ (рис. 2а,б). Увеличение ζ_3 перед диафрагмой слабо сказывается на изменении $\Delta Q''$ и $\delta Q''$, в то же время для сопла это влияние весьма заметно. Вероятно, это объясняется значительной разницей в собственных коэффициентах сопротивления диафрагмы и сопла, отличающихся почти на порядок ($\zeta_{\text{диафр}}=50$, $\zeta_{\text{сопла}}=(3\div 5)$). Увеличение сопротивления от закрутки потока по относительной величине значительно меньше для диафрагмы, чем для сопла и поэтому мало влияет на $\Delta Q''$.

Колебательное неустановившееся движение при пробочной структуре двухфазного потока имеет место вследствие того, что она развивается из раздельного течения в результате волновых процессов [4]. В потоке сохраняется определённая регулярность следования «пробок» жидкости и газа, что приводит к заметным пульсациям давления в трубопроводе, зависящим от частоты волн-пробок, их длины и скорости перемещения. Наибольшей интенсивности пульсации достигают в зоне перехода от раздельного к пробочному режиму. Динамические нагрузки от пульсаций здесь особенно велики и могут вызвать повреждение установок, работающих на двухфазной смеси. Пробочное течение

опасно для трубопроводов в случае, если собственная частота колебаний системы совпадает с частотой волн-пробок и могут возникнуть резонансные явления.

В опытах установлено, что с ростом газосодержания, при определенном соотношении сил тяжести и инерции движения смеси, существует область течения, где режим колебаний можно считать квазиустановившимся и использовать для решения и анализа методы дифференциальных волновых уравнений.

Важно установить связь частоты пульсаций с геометрическими параметрами системы и газосодержанием потока.

Из уравнений одномерного неустановившегося движения двухфазной смеси в коротком трубопроводе

$$\frac{\partial (\rho v)}{\partial t} = - \frac{\partial p}{\partial x} \quad (1a)$$

$$- \frac{\partial (\rho v)}{\partial t} = \frac{1}{C^2} \frac{\partial p}{\partial t} \quad (1b)$$

в которых C – скорость звука в двухфазной среде, зависящая от фазосодержания и давления [5], используя уравнение состояния газожидкостной смеси в адиабатическом приближении [6] получим:

$$\frac{1}{C^2} = \frac{\rho_0}{\beta_0 \rho_0} - (1 - \beta_0) \frac{2\rho_0 P}{(\beta_0 P_0)^2} \quad (2)$$

Здесь ρ_0, β_0 — плотность и расходное объемное газосодержание на входе в канал. Рассматривая установившиеся колебания с граничными условиями

$$P_{(0)} = P_0 + P_1 \cos \omega t, P(L) = P_a \quad (3)$$

где P_a – давление на выходе, из (1) – (3), получаем волновое уравнение вида

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} = \frac{\rho_0}{\beta P_0} \frac{\partial^2 P}{\partial t^2} = -2(1 - \beta_0) \frac{\rho_0}{(\beta_0 P_0)^2} \cdot \frac{\partial}{\partial t} \left(P \frac{\partial P}{\partial t} \right) \quad (4)$$

Решение его можно представить как

$$P = P^{(0)} + P^{(1)},$$

где $P^{(0)}$ – невозмущенное решение при $1 - \beta_0 = 0$,

$P^{(1)}$ – малое возмущение.

Представим

$$P^{(0)} = \bar{P} + \tilde{P},$$

где \bar{P} – стационарное слагаемое, равное $\bar{P}_{(0)} = P_0; \bar{P}(L) = P_a$;

\tilde{P} – слагаемое, зависящее от времени.

После несложных выкладок [6], получается

$$\tilde{P} = P_1 \cos \omega t \frac{\sin \gamma(L - x)}{\sin \gamma L} \quad (5)$$

$$\gamma = \omega \sqrt{\beta_0 \rho_0 P_0}$$

где

x – текущая координата,

L – длина трубы.

Следовательно, зависящая от времени часть невозмущенного решения представляет собой стоячую волну вдоль оси канала, которую можно представить, как результат отражения от сечения $x = L$ набегающей со стороны $x < L$ волны. То есть короткий трубопровод является резонансной системой и условие резонанса из [5]

$$\gamma L = \pi + n\pi; n = 1, 2, 3 \dots$$

Управлять им можно, меняя γ или L .

Данный анализ, как и в [6], не учитывает вязкости потока и сопротивления дросселя, влияющего на β и собственную частоту колебаний системы. В опытах нарастание интенсивности пульсации давления, свидетельствующих о резонансных явлениях, наблюдалось лишь при открытом выходе из канала без дросселя. При приближении Q к Q^* интенсивность пульсаций давления растет, а спектр их сужается, что делает пробочный режим неустойчивым и ведет к переходу его в раздельное течение.

Библиографический список

1. Кутателадзе С. С., Стирикович М. А. Гидравлика газо-жидкостных систем, Госэнергоиздат, 1958.
2. Мамеев В. А. и др. Гидродинамика газожидкостных смесей в тдв-бах. Недра, 1969.
3. Дорошенко В. А. Известия вузов. «Энергетика», № 2, 1974.

4. Мамаев В. А., Исупов Г. П. «Нефтяное хозяйство», № 8 1970
5. Мелконян Г. И. Труды ЛИВТа, вып. 124, 1969.
6. Федоткин П. М., Жураховский В. А. «Теплофизика и теплотехника», № 21, Киев, 1972

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

проф. А.Ф.НИКИФОРОВ, доц. Е.В.МИГАЛАТИЙ, доц. Е.С.БРАЯЛОВСКИЙ, доц. Ю.О.ГРИГОРЬЕВ

Уральский Государственный Технический университет

Водный фактор играет важную роль в формировании здоровой среды обитания человека. От его прямого и косвенного воздействия зависят условия жизни и здоровья населения. Из-за антропогенного воздействия большинство поверхностных источников оказываются загрязненными. В результате сбросов промышленных стоков, являющихся одним из основных источников загрязнения водоемов, в воде появляются новые загрязнения, такие как хлорорганические и фосфорорганические соединения, фенолы, нефтепродукты и ионы тяжелых металлов.

Ухудшение состояния водоисточников не могло не сказаться на качестве питьевой воды. Низкий технический уровень используемых на очистных станциях технологий водочистки не обеспечивает необходимого качества потребляемой населением воды, что заметно влияет на состояние здоровья людей.

При длительном воздействии на организм человека повышенных (по отношению к нормативам) концентраций неорганических и органических загрязняющих воду химических веществ наблюдается целый ряд патологических явлений. В этом отношении среди химических веществ ионы тяжелых металлов имеют особое значение. Никем не контролируемые загрязнения питьевой воды ионами тяжелых металлов могут вызвать самые серьезные негативные последствия. Например, железо опасно тем, что провоцирует сердечные заболевания. Кадмий представляет собой элементарный генетический яд, разрушающий структуру ДНК. Повышенные концентрации меди в питьевой воде вызывают поражение слизистых оболочек, печени и почек. Никель поражает кожу. Алюминий парализует центральную нервную и иммунную системы, особенно угнетающе действует на детей.

В некоторых регионах России так называемая "мягкая" вода, не содержит необходимых человеку минералов. "Мягкая" вода минерализована в 15-20 раз ниже нормы, из-за чего жители регионов за свою жизнь недополучают несколько килограммов кальция и магния. Недостаток этих минералов в питьевой воде является одной из причин повышенного уровня таких заболеваний как остеохондроз, остеопороз, ишемическая болезнь сердца и гипертоническая болезнь. Недостаток потребляемого кальция и магния способствует развитию рахита, усиленного камнеобразования, разрушения зубной эмали, ломкости костей и многих других патологий. Ученые института физиологии им. И.П. Павлова РАН установили, что при длительном употреблении «мягкой воды» кальций из костных тканей переходит в кровь, «оседает» на стенках сосудов, в нервных клетках. Сосуды и сердечная мышца теряют эластичность, а костные ткани становятся более ломкими.

Из-за низкого качества питьевой воды ребенок в возрасте одного года накапливает в организме количество солей тяжелых металлов на уровне сорокалетнего человека. Это означает, что его иммунная система блокирована на 50-70 %.

Часть населения для питьевых целей использует родниковую воду. Через родниковую воду, особенно в паводковый период, могут передаваться такие инфекционные заболевания, как вирусный гепатит А, лямблиоз и дизентерия. Не исключена возможность проникновения в родниковую воду загрязнений техногенного происхождения, в том числе и радионуклидов.

Возросшие загрязнения воды способствуют существенному повышению уровней детской и взрослой онкологической, генетической, аллергической заболеваемости, дефектов физического и умственного развития детей. Все это отрицательно сказывается на общих демографических показателях. Последнее десятилетие отмечено замедлением и существенным снижением прироста численности населения, сокращением рождаемости и увеличением смертности.